

CA1
EP20
-1999
F53

Forest Health


*Context for the Canadian Forest Service's
Science Program*



Natural Resources
Canada
Canadian Forest
Service

Ressources naturelles
Canada
Service canadien
des forêts

Canada



Digitized by the Internet Archive
in 2022 with funding from
University of Toronto

<https://archive.org/details/31761115539355>

Forest Health

Context for the Canadian Forest Service's Science Program



Science Program Context Paper

Published by

Science Branch

Canadian Forest Service

Natural Resources Canada

Ottawa, 1999

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 1999
ISBN 0-662-64030-6
Cat. No. Fo42-286/1999

Copies of this publication may be obtained free of charge from:
Natural Resources Canada
Canadian Forest Service
Ottawa, Ontario K1A 0E4

A microfiche edition or photocopies of this publication may be purchased from:
Micromedia Ltd.
240 Catherine St., Suite 305
Ottawa, Ontario K2P 2G8
Phone: (613) 947-7341

Editing and Production: Catherine Carmody
Design and Layout: Danielle Monette, Sandra Bernier

Cette publications est aussi disponible en français sous le titre
La santé des forêts : Contexte du Programme scientifique du Service canadien des forêts

Canadian Cataloguing in Publication Data

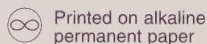
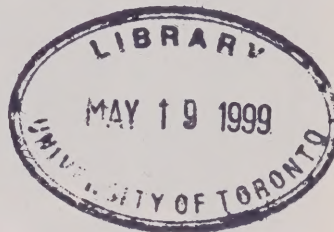
Canadian Forest Service. Science Branch

Forest health : context for the Canadian Forest Service's
science program

(A science program context paper)
Text in English and French on inverted pages.
Title on added t.p.: La santé des forêts.
Includes bibliographical references.
ISBN 0-662-64030-6
Cat. No. Fo42-286/1999

1. Forest health—Government policy—Canada.
2. Sustainable forestry—Government policy—Canada.
3. Forest management—Government policy—Canada.
- I. Title.

SB764.C3C32 1999 634.9'0971 C99-980045-0E





5	Introduction
5	What Is Forest Health?
6	Why Is Forest Health Information Needed?
7	Exotic Insects and Diseases
7	The Health of Forests and Global Environmental Change
8	<i>Land Cover Change</i>
8	<i>Atmospheric Change</i>
8	<i>Climate Change</i>
8	Biological Diversity
9	Criteria and Indicators of Sustainable Forest Management
9	Adaptive Forest Management
9	Emerging Issues
9	Notes
10	References
11	Scientific Names of Organisms Mentioned in the Text



Photograph Credits

Cover, pages 1, 3, and 5: Old growth forest, Victoria, B.C. (detail); photo courtesy Eric Allen, CFS Pacific Forestry Centre, Victoria, B.C.

Page 7: Asian long-horned beetle (*Anoplophora glabripennis*); photo courtesy John Yanyshyn, Visions West Photography, Victoria, B.C.

Page 8: Ice storm, Gatineau Park, Que., January 1998; photo courtesy Ken Farr, Ottawa.

Introduction

Forest health has long been associated with protecting forests against insects and diseases and salvaging stands of damaged or infested timber. Protection of forests mainly involves preventing losses in forest crops, taking timber inventories, and dealing with products and services for which the forest is valued. Forest protection and surveys of forest insects and diseases, along with reforestation, formed the foundation of what is now the Canadian Forest Service (CFS), Natural Resources Canada. However, the concept of forest health has greatly expanded both in scope and in application since the founding of the CFS a century ago.

This paper is the first in a series of context papers intended as guides to the current and future directions of the CFS's science program. The present paper defines "forest health" and describes why the CFS, in cooperation with its wide range of partners, addresses forest health issues through research, monitoring, and assessment activities in its science and technology research networks.

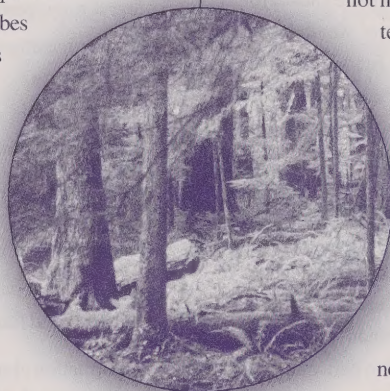
What Is Forest Health?

How forest health is viewed depends on how forests are valued, whether for timber, watershed services, carbon sinks, recreation, aesthetics, wildlife habitat, or spiritual renewal.¹ Forest health affects both active and passive forest users. Healthy forests are essential to environmental health, wealth generation, and job creation in our country.

Forest ecosystems are healthy when their underlying ecological processes operate within a natural range of variability, so that on any temporal or spatial scale, they are dynamic and resilient to disturbance (see Kimmins 1997; AFMSC 1997; Lackey 1998). Natural range of variability refers to ecosystem composition, structure, processes, and patterns for a specified time and a specific area. Forest ecosystems are degraded when they are not expected to be as productive, in terms of all components

of the ecosystem, and resilient after disturbance as they were before. Such a decline in forest health can occur when a forest is subjected to severe disturbances, such as flooding, drought, acidic deposition, toxic substances, or severe fires.

In the past, forest health was seen mainly as a problem in preventing standing timber from decaying or burning before it could be harvested. The focus was primarily on identifying forests that no longer provided resources and services of the quality or in the amounts expected. Accordingly, forest health was assessed more by the amount of timber damage and lost tree growth than by factors contributing to deterioration of forests or by those characterizing a healthy forest ecosystem. It is easier to measure the health of single trees than that of whole forest ecosystems; the presence of dead and dying trees does not necessarily mean that the forest ecosystem is unhealthy.



However, today's forest policymakers and managers are responsible for more than debating the definition of "forest health". They must ensure that Canada's forests will continue to provide competitive timber supplies and will satisfy a wide range of environmental, social, and cultural values. In addition, they now must work with public and local communities in forest management planning and, in some cases, operations. In their pursuit of sustainable forest management, forest policymakers and managers need to account for the following aspects of forest health: symptoms of forest decline; ecological determinants of forest condition; and socioeconomic and other consequences of changes in forest health and what can be done to prevent or alleviate their impacts.

Long before European settlement, Canada's vast forests evolved in response to recurrent and often profound, but inherent, influences including wildfire, wind, ice storms, floods, drought, insects, diseases, and climate change. Human activities have disrupted the natural range of variation in structure, composition, and landscape patterns of Canadian forests. These activities include introductions of insects, disease, and other foreign organisms;

land use and resulting land cover change; fires, both accidental and deliberate; atmospheric pollutants, including acidic deposition; changes in tropospheric ozone and ultraviolet-B radiation; and carbon dioxide and other greenhouse gases linked to climate change.

It is not always clear how much change in forest condition is due to natural processes and how much results from human activities. Some silvicultural systems can alter species composition and age classes, leaving residual stands more vulnerable to insect and disease attacks. For example, harvesting a white spruce–balsam fir stand favors the establishment and perpetuation of fir forests that are more vulnerable to eastern spruce budworm than the original forests. Successful exclusion of fire in lodgepole pine stands has resulted in forests that are more flammable and more susceptible to infestations of mountain pine beetle. However, it is difficult to attribute causes for the recent increase in forest fires to drier weather and more lightning storms or to past forest fire suppression policies. The change in frequency and severity of extreme weather may be the result, in part, of global environmental change.

Changes in forest condition may have negligible or even beneficial effects on ecosystem productivity and resilience, but may cause hardship to communities dependent on the forest or reduce a forest's attractiveness to tourists. Effects of some catastrophes may be essentially permanent if the ecosystem, for example, is reduced to bare rock. We need to understand the underlying ecosystem processes for different types and ages of forests and the contribution of these processes to the resilience of the ecosystem. However, the stresses and degree of perturbation an ecosystem can adapt to and still maintain a desired ecological condition are limited.

The degree of change in forest conditions (from insects, diseases, fires, etc.) that is unacceptable and seen as loss

and damage depends on how people value forest tracts—whether for timber, wildlife habitat, parks, or watersheds. Forests that are healthy in terms of wildlife habitat may not be in terms of growing timber.

Why Is Forest Health Information Needed?

The Canadian Forest Service addresses forest health by providing provincial and territorial forest agencies, private sector forest managers, other federal departments and agencies, Aboriginal forest organizations, non-governmental organizations, and the interested public with

- compilations and syntheses of information on forest health conditions and reports in the context of national and international criteria and indicators of sustainable forest management;
- knowledge about the underlying causes of changes in forest health;
- assessments of the socioeconomic impacts of forest health conditions;
- predictions of global change trends, their expected impacts on forest health, and resulting socioeconomic consequences; and
- an ecological basis for devising adaptive management strategies and forest practices to promote healthy forests.

Information about the status of forest insects, diseases, and fire, and their effect on Canada's timber supply remains important. Increasingly, information is needed to support Canada's participation in international agreements and to monitor and to assess forest-pest-related trade issues. Domestic forest health is closely related to international issues. Customers of Canadian forest products are demanding that our forest management practices be sustainable; that is, harvests do not exceed annual growth, cut-over areas are promptly regenerated, and site quality and biodiversity are conserved. The obligation to maintain carbon stocks under the Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change provides another example of a connection between international and regional issues.

In addition, forest-management and other interested agencies, industries, communities, and the public need

In general terms, a healthy forest is one that maintains biodiversity, resiliency, wildlife habitat, aesthetic appeal and resource sustainability.

Forest Health in Canada (CFS 1998)

to know the condition of the forest and how it is changing, as a basis for devising strategies to adapt to or if necessary to avoid these changes.

Exotic Insects and Diseases

The global spread of organisms beyond their native ranges poses a threat to indigenous species and to market access for Canada's forest products. Harmful exotic, or alien, insects and other organisms often arrive without their native predators, diseases, and various population checks (see Niemelä and Mattson 1996; Dawson et al. 1997; Allen et al. 1998a,b; Haack et al. 1997). These exotic forest pests are the subject of international agreements, notably the International Plant Protection Convention under the auspices of the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), and the North America Plant Protection Organization (NAPPO). Under this agreement signatories agree, among other things, to provide

- reports on the existence, outbreak, and spread of economically important non-native pests of plants and plant products that may be of immediate or potential danger, and
- information on means found to be effective in dealing with the pests of exotic plants and plant products.

NAPPO is recognized as the authority on phytosanitary issues under the North America Free Trade Agreement. In addition, Canada is participating with the North American Forestry Commission, which is also a regional FAO body, to produce a list exotic forest pests introduced to North America.

Phytosanitary regulations can present non-tariff barriers to trade. For example, allegations by the European Union that the pinewood nematode will be introduced into Europe in shipments of Canadian lumber and harm its forests threatens trade in wood products in that market. Countries have recourse to the phytosanitary agreement of the General Agreement on Trade and Tariffs, led by the World Trade Organization, to resolve disputes involving the movement of forest pests in wood products.



The Canadian Forest Service participates with the Canadian Food Inspection Agency in the detection, identification, and assessment of other known and potential foreign forest pests. Developing detection methods and creating risk scenarios to determine the likelihood of certain non-indigenous species establishing themselves in Canada is crucial for effective regulatory and pest management strategies (see Harrison and Smith 1997; Humble and Allen 1997).

The Health of Forests and Global Environmental Change

Global environmental change, as the consequence of natural processes and human activities, affect the global environment directly and cumulatively. Climate change is the most well-known of three interrelated components of global environmental change. The others are atmospheric environmental change and land cover change. These changes can be detected as large shifts in average annual temperature, the distribution of land cover and forest types, and other variables. They should not be confused with changes that are within natural bounds for a given forest type. A major consideration is choosing a reference period on which to base comparisons between current and historical forest condition. Some forms of global change, such as urbanization, deforestation, and loss of wetlands, can happen within weeks or months. Others, such as changes in climate and the thinning of the atmosphere's stratospheric ozone layer, are measurable over a span of decades or centuries.

Some effects of global change on Canada's forests may have implications that go beyond forest health. For instance, scientists predict that the southern edges of the boreal forest will be supplanted by grasslands and temperate deciduous forests as a result of climate change. It is not clear whether northern forests of the future will be less resilient to stresses and less productive than they are at present. Similarly, deforestation is not strictly a forest health issue.

Land Cover Change

Land cover change, or the change in the distribution of vegetation, water, desert, ice, and other physical features, including those created by human activities, is largely brought about by changes in land use patterns. Land cover change greatly affects the hydrology, climate, and global biogeochemical cycles, as well as biodiversity and ecological structure and functioning. It is a major influence on the carbon balance and climate change.² For instance, deforestation results in the release into the atmosphere of carbon stored in aboveground biomass and in the soil organic matter. The resulting increase in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere contributes to global warming. As such, land cover change is an issue with far-reaching policy implications, internationally, nationally, and locally.

Atmospheric Change

Atmospheric change, which includes stratospheric ozone depletion and increased ultraviolet radiation, and various ground-level air pollutants (NO_x , SO_x , "acid rain", volatile organic compounds or VOCs, tropospheric ozone)³, affects the productivity, functioning, and health of forest ecosystems. Pollutant emissions associated with increased industrialization, resource consumption, and other human activities are expected to continue to increase nationally and globally. The capability to understand and to predict the consequences of the long-range transport of air pollutants on forests and to pinpoint the sources of air pollutants is essential for achieving the sustainable management of forests.

Several international conventions and associated protocols deal with atmospheric change:

- the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, a framework convention for developing protocols for addressing a number of airborne pollutants including "acid rain", NO_x , and SO_x ;
- the Canada–United States Air Quality Agreement⁴; and
- the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer and the Montreal Protocol, which set targets and

conditions for reduction of substances that deplete the atmospheric ozone layer.

Climate Change

The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change requires that Canada report on the state of its forests as carbon sinks and the effects of reforestation, afforestation, and deforestation on the forests. Key indices include changes in the extent of forest, influences on carbon stocks related to management practices, and natural influences related to fire and insects.

The Intergovernmental Panel on Climate Change, which advises the world's governments on climate change, concluded in 1995 that scientific evidence suggests a discernable human influence on global climate.

One outstanding issue is whether extreme weather is increasing in severity and frequency. Another issue is the effect of climate change on the frequency of forest fires, and, in turn, the release of carbon stored in forest carbon reservoirs. A vigorous forest acts as a sink, or a fixer of carbon, whereas deteriorating forests give up carbon, or become sources of atmospheric carbon dioxide as they decay.



Biological Diversity

The International Convention on Biological Diversity defines "biological diversity" as "the variability among living organisms from all sources, including terrestrial, marine, and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species, and of ecosystems." More simply, biodiversity means "the variety of life." It can be addressed in terms of genes, species, ecosystems, and landscapes and therefore through the scientific disciplines of genetics, taxonomy, and ecology.

Canada, as a signatory to this Convention, is committed to managing and using its natural resources in a sustainable manner, to conserving its biodiversity, and hence to

maintaining the productivity and resilience of its forests. Biologically diverse ecosystems tend to be more productive and resilient than those with less diversity. Diverse forests can be maintained nearer to their ecological potential and can recover more readily from perturbations (Tilman and Downing 1994).

Criteria and Indicators of Sustainable Forest Management

In 1995, the Canadian Council of Forest Ministers released *Defining Sustainable Forest Management: A Canadian Approach to Criteria and Indicators*, to help guide and assess Canada's progress in achieving sustainable forest management (CCFM 1995). It followed this two years later with a technical report on data availability and reporting capacity for forest values (CCFM 1997). A parallel international initiative by the Montreal Process Working Group (1997a,b) produced *Progress on Implementation of the Montreal Process on Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forest* and the *First Approximation Report of the Montreal Process*. Since sustainability of forests is based on the forests being healthy, many of the criteria are useful for assessing forest health.

Scientists and others are working to supply the needed information and to develop new ways to measure and report on forest sustainability in Canada. Their work will also contribute to continued progress at the international level.

Adaptive Forest Management

Provincial and local forest policies and practices influence forest health. Understanding the impacts of forest policies and practices helps avoid unwanted side-effects on forest ecosystems. Adaptive forest management policies and practices also are needed to adjust to changing growing conditions for Canada's forests. Adaptive management is a process of hypothesis testing for whole systems. It continually evaluates and adjusts management relative to predicted responses, objectives, and predetermined thresholds of acceptable change (AFMSC 1997).

Emerging Issues

Pressure is growing to ensure that forest health information is verifiable. Monitoring systems may have to be revised so that they provide for acceptable baseline conditions and impact-damage thresholds against which to assess and predict forest health conditions and test adaptive forest management strategies and practices. Some emerging issues include

- the influence of exotic insects and diseases on the health of the forest and on market access for Canadian forest products, which requires targeted monitoring and surveys to detect and quantify potential problems;
- the increasing role for traditional environmental knowledge in all aspects of forest management;
- the effects of multiple and cumulative stressors on forests, especially
 - the possible combined impacts on forest productivity of the high ground-level ozone levels and high carbon dioxide, and
 - the connections between climate change, insect outbreaks, extreme weather, and forest decline;
- early indications of impact on the forest by climate change.

Notes

1. See Jenkins (1997) for a useful discussion of this issue.
2. See *Understanding Our Changing Planet: An Overview of Global Change Research in Canada* (Shillington 1996), a report prepared for the Canadian Global Change Program. The Canadian Global Change Program includes the following components: climate change, stratospheric ozone loss, air pollution, biodiversity loss, soil degradation, and ocean pollution.
3. See Hall et al. (1998) for a comprehensive discussion of acidic depositions on Canada's forests and Wardle et al. (1997) for a discussion on ozone.
4. See the International Joint Commission's progress report (1996) on this agreement.

References

- (AFMSC) Alberta Forest Management Science Council. 1997. Sustainable forest management and its major elements: advice to the Land and Forest Service on timber supply protocols. Government of Alberta. Unpublished report. 15 p.
- Allen, E.A.; Barclay, H.; Humble, L.M.; Koot, P. 1998a. Efficacy of baited insect traps in a warehouse: quarantine monitoring implications. Natural Resources Canada, CFS, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC. Poster.
- Allen, E.A.; Humble, L.M.; Humphreys, N.; Duncan, R.W.; Bell, J.D.; Gill, B. 1998b. Do imports of granite blocks and wire rope pose a risk to Canada's forests? Natural Resources Canada, CFS, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC/Can. Food Inspection Agency, Nepean, ON. Poster.
- (CCFM) Canadian Council of Forest Ministers. 1997. Criteria and indicators of sustainable forest management in Canada. Natural Resources Canada, CFS, Policy, Planning and International Affairs Branch, Ottawa. Tech. Rep. 137 p.
- (CCFM) Canadian Council of Forest Ministers. 1995. Defining sustainable forest management: a Canadian approach to criteria and indicators. Natural Resources Canada, CFS, Policy, Planning and International Affairs Branch, Ottawa. 22 p.
- (CFS) Canadian Forest Service, Natural Resources Canada. 1998. Forest health in Canada. Atlantic Forestry Centre, Fredericton, NB.
- Dawson, J.L.M.; Bell, J.D.; Allen, E.A.; Humble, L.M. 1997. Exotic insect interceptions from wooden dunnage and packing material. Natural Resources Canada, CFS, Pacific Forestry Centre, Victoria, BC/Can. Food Inspection Agency, Nepean, ON. Poster.
- Haack, R.A.; Law, K.R.; Mastro, V.C.; Ossenburggen, H.S.; Raimo, B.J. 1997. New York's battle with the Asian long-horned beetle. *J. For.* 95(12): 11–16.
- Hall, P.; Bowers, W.; Hirvonen, H.; Hogan, G.; Foster, N.; Morrison, I.; Percy, K.; Cox, R.; Arp. P. 1998. Effects of acidic depositions on Canada's forests. Natural Resources Canada, CFS, Science Branch, Ottawa. Info. Rep. ST-X-15.
- Harrison, K.; Smith, G. 1997. Fine tuning the picture. Natural Resources Canada, CFS, Atlantic Forestry Centre, Fredericton, NB. Network News 1(2), Fall.
- Humble, L.M.; Allen, E. 1997. Detecting forest pests. Natural Resources Canada, CFS, Atlantic Forestry Centre, Fredericton, NB. Network News 1(2), Fall.
- International Joint Commission. 1996. Canada–United States Air Quality Agreement: Progress Report 1996. International Joint Commission Secretariat, Canadian Section, Ottawa, United States Section, Washington, DC.
- Jenkins, A.F. 1997. Forest health: a crisis of human proportions. *J. For.* 95 (9):11–14.
- Kimmins, J.P. 1997. Biodiversity and its relationship to ecosystem health and integrity. *For. Chron.* 73(2): 229–232.
- Lackey, R.T. 1998. A patch of common ground. *J. For.* 96(4): 32–33.
- Niemelä, P.; Mattson, W.J. 1996. Invasion of North American forests by European phytophagous insects: legacy of the European crucible. *Bioscience* 46(10): 741–753.
- Montreal Process Working Group or Working Group on Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests. 1997a. First approximation report of the Montreal Process. Natural Resources Canada, CFS, Policy, Planning and International Affairs Branch, Ottawa. 47 p. + viii.
- Montreal Process Working Group or Working Group on Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests. 1997b. Progress on implementation of the Montreal Process on Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests. Natural Resources Canada, CFS, Policy, Planning and International Affairs Branch, Ottawa. 39 p. + iii.

Shillington, T. 1996. Understanding our changing planet: an overview of global change research in Canada. The Royal Society of Canada, Ottawa. 49 p.

Tilman, D.; Downing, J.A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363–365.

Wardle, D.I.; Kerr, J.B., McElroy, C.T.; Francis, D.R.; editors. 1997. Ozone science: a Canadian perspective on the changing ozone layer. Environment Canada, Ottawa.

Scientific Names of Organisms Mentioned in the Text

Balsam fir, *Abies balsamea* L.

Eastern spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.)

Lodgepole pine, *Pinus contorta* Dougl. ex Loud.
var. *latifolia* Engelm.

Mountain pine beetle, *Dendroctonus ponderosae*
Hopk.

Pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*
(Steiner and Buhrer) Nickle

White spruce, *Picea glauca* (Moench) Voss

Shillington, T. 1996. Comprendre l'évolution de notre planète : Tour d'horizon de la recherche canadienne sur les transformations planétaires. Société royale du Canada, Ottawa. 49 p.

Tilman, D.; Downing, J.A. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* 367: 363-365.

Wardle, D.I.; Kerr, J.B.; McElroy, C.T.; Francis, D.R.; éditeurs. 1997. La recherche sur l'évolution de la couche d'ozone : perspective canadienne. Environnement Canada, Ottawa.

Noms scientifiques des organismes

Sapin baumier : *Abies balsamea* L.
Tordeuse des bourgeons de l'épinette :
Choristoneura fumiferana (Clem.)
Pin tordu latifolié : *Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm.
Dendroctone du pin ponderosa : *Dendroctonus ponderosae* Hopk.
Nématode du pin : *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhrer) Nickle
Épinette blanche : *Picea glauca* (Moench) Voss

Hall, P.; Bowers, W.; Hirvonen, H.; Hogan, G.; Foster, N.; Morrison, I.; Percy, K.; Cox, R.; Arp, P. 1998. Effets des dépôts acides sur les forêts canadiennes. Ressources naturelles Canada, SCF, Direction des sciences, Ottawa. Rapport d'information ST-X-15.

Harrison, K.; Smith, G. 1997. La mise au point. Ressources naturelles Canada, SCF, Centre de foresterie de l'Atlantique, Fredericton (N.-B.). Info-réseaux 1(2), automne.

Humble, L.M.; Allen, E. La détection des ravageurs forestiers. Ressources naturelles Canada, SCF, Centre de foresterie de l'Atlantique, Fredericton (N.-B.). Info-réseaux 1(2), automne.

Jenkins, A.F. 1997. Forest health: a crisis of human proportions. *J. For.* 95 (9): 11-14.

Kimmins, J.P. 1997. Biodiversity and its relationship to ecosystem health and integrity. *For. Chron.* 73(2): 229-232.

Lackey, R.T. 1998. A patch of common ground. *J. For.* 96(4): 32-33.

Niemelä, P.; Mattson, W.J. 1996. Invasion of North American forests by European phytophagous insects: legacy of the European crucible. *Bioscience* 46(10): 741-753.

(SCF) Service canadien des forêts, Ressources naturelles Canada. 1998. La santé des forêts au Canada. Centre de foresterie de l'Atlantique, Fredericton (N.-B.).

en oeuvre du *Processus de Montréal sur les critères et les indicateurs pour la conservation et l'aménagement durable des forêts tempérées et des forêts boréales* et le *Pré-mier rapport préliminaire sur le Processus de Montréal*. Comme la durabilité des forêts dépend de leur santé, un grand nombre de critères retenus sont utiles pour évaluer la santé des forêts.

Des scientifiques et d'autres intervenants travaillent à rassembler l'information requise et à élaborer de nouvelles façons de mesurer et de signaler la durabilité des forêts au Canada. Leur travail contribuera également aux progrès dans ce domaine sur le plan international.

Gestion adaptative des forêts

Les politiques et pratiques forestières provinciales et locales influent sur la santé des forêts. Quand on comprend leurs incidences, on évite certains de leurs effets secondaires néfastes pour les écosystèmes forestiers. Il faut y ajouter des politiques et des pratiques de gestion adaptative des forêts, pour s'adapter à l'évolution des conditions de croissance dans les forêts canadiennes. La gestion adaptative est un processus comportant la vérification d'hypothèses à l'échelle de systèmes entiers. Elle permet d'évaluer et de rajuster constamment les pratiques, en fonction de réponses prévues, d'objectifs établis et de seuils de changements acceptables prédéterminés (AFMSC, 1997).

Nouveaux enjeux en matière de santé des forêts

Des pressions croissantes s'exercent pour que soit assuré le caractère vérifiable de l'information sur la santé des forêts. Les systèmes de surveillance devront peut-être subir des révisions, car ils doivent demeurer axés sur les conditions de base acceptables et les seuils de dommages à partir desquels on pourra évaluer et prévoir l'état des forêts, et ils doivent en outre mettre à l'épreuve les nouvelles stratégies et pratiques de gestion adaptative. Voici quelques questions à résoudre dans ce contexte :

- l'influence des insectes et des maladies exotiques sur la santé des forêts et sur l'accès des produits forestiers canadiens aux marchés mondiaux, point qui exige une surveillance et des études ciblées, aux fins de la détection et de la quantification des problèmes potentiels;

Diversité biologique

de la gravité et de la fréquence de conditions météorologiques extrêmes. Un autre point à éclaircir, c'est l'effet des changements climatiques sur la fréquence des incendies et, partant, sur l'émission du carbone entreposé dans les réservoirs forestiers. Une forêt en santé agit comme puits, c'est-à-dire qu'elle fixe le carbone, alors qu'une forêt qui se détériore libère cet élément et devient une source d'émission de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Dans la Convention internationale sur la diversité biologique, on donne à cette expression la définition suivante : « Variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ». Tout simplement, la biodiversité désigne la « diversité de la vie ». On peut l'aborder en termes de genres, d'espèces, d'écosystèmes ou de paysages, donc par l'entremise des disciplines scientifiques que sont la génétique, la taxinomie et l'écologie.

À titre de signataire de la Convention, le Canada souhaite gérer et utiliser ses ressources naturelles de façon durable, conserver sa diversité biologique et donc maintenir la productivité et la résilience de ses forêts. Les écosystèmes biologiquement diversifiés ont tendance à être plus productifs et adaptables que les autres. Les forêts diversifiées demeurent toujours plus près de leur potentiel écologique et peuvent se remettre plus rapidement des perturbations (Tilman et Downing, 1994).

Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts

En 1995, le Conseil canadien des ministres des forêts publiait un document intitulé : *Définir la gestion durable des forêts : Une approche canadienne aux critères et indicateurs*, pour guider et mesurer les progrès du Canada dans l'aménagement durable de ses forêts (CCMF, 1995). Deux ans plus tard, il y allait d'un rapport technique sur la disponibilité des données et sur sa capacité de rendre compte des valeurs forestières (CCMF, 1997). Dans le cadre d'une initiative internationale parallèle du Groupe de travail du Processus de Montréal (1997a, b), on a produit un document intitulé *Progrès accomplis dans la mise*

les confondre avec les changements naturels qui surviennent normalement dans un type de forêt donné. Il importe donc de bien choisir la période de référence à utiliser pour comparer l'état actuel des forêts avec leur situation historique. Certaines formes de changements planétaires, comme l'urbanisation, le déboisement et la perte des terres humides, peuvent se produire en quelques semaines ou quelques mois. D'autres, comme les changements climatiques et l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique, se mesurent au fil des décennies, voire des siècles.

Certains changements planétaires affecteront bien plus que la santé de nos forêts. Par exemple, les scientifiques prévoient qu'en raison des changements climatiques la limite sud de la forêt boréale sera remplacée par des prairies et des forêts tempérées à feuilles caduques. Nous ignorons si les forêts nordiques de demain seront moins résistantes aux stress et moins productives qu'actuellement. De même, le déboisement n'est pas strictement une question de santé des forêts.

Changements de la couverture terrestre

C'est la modification du schéma d'utilisation des terres qui est

grandement responsable des changements de la couverture terrestre.

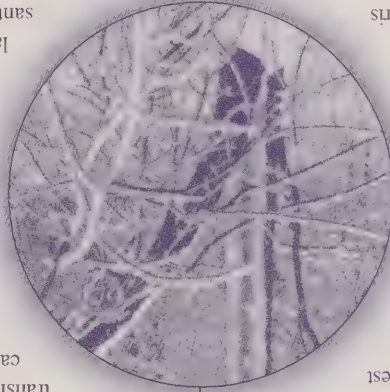
C'est-à-dire la redistribution de la végétation, de l'eau, des déserts, y compris

ce et des autres entités physiques, y compris celles qui résultent de l'activité humaine. Les

changements de la couverture terrestre agissent profondément sur les cycles hydrologiques, climatiques et

biogéochimiques planétaires, tout comme sur la biodiversité et sur la structure et le fonctionnement écologiques. Ils influencent largement le bilan du carbone et les changements climatiques². Par exemple, le déboisement entraîne le rejet dans l'atmosphère du carbone emmagasiné dans la biomasse épigée et la matière organique du sol. L'augmentation des concentrations atmosphériques de dioxyde de carbone qui en résulte contribue au réchauffement de la planète. Par conséquent, les changements de la couverture terrestre constituent un enjeu aux incidences profondes sur le plan international, national et local.

Changements atmosphériques
Les changements atmosphériques affectent la productivité, le fonctionnement et la santé des écosystèmes



Changements climatiques

Le Protocole de Kyoto de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCC) exige du Canada qu'il rende compte de l'état de ses forêts en qualité de puits de carbone et qu'il fasse état de l'impact du boisement, du déboisement et du reboisement. Parmi les indices clés, on retrouve les changements dans l'étendue des forêts, l'incidence de nos pratiques de gestion sur les stocks de carbone et les influences naturelles provenant des incendies et des insectes.

- L'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air⁴;
- la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone et le Protocole de Montréal, qui établissent les objectifs et conditions de la réduction des substances appauvrissant la couche d'ozone stratosphérique.

Les changements atmosphériques sont abordés dans plusieurs conventions internationales et leurs protocoles connexes :

- La Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, qui sert de cadre à l'établissement de protocoles sur un certain nombre de polluants atmosphériques dont les « pluies acides », les NO_x et les SO_x ;

Le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), qui conseille les gouvernements au sujet des changements climatiques, a conclu en 1995 que la prépondérance de la preuve scientifique indique qu'une incidence humaine perceptible sur le climat mondial. Il n'est pas encore sûr qu'il y ait une augmentation

nord-américain. De plus, par l'entremise de la Commission forestière pour l'Amérique du Nord, l'organisme régional de la FAO, le Canada participe à l'établissement de la liste des ravageurs forestiers exotiques introduits en Amérique du Nord.

La réglementation phytosanitaire peut constituer pour le commerce une barrière non tarifaire. Par exemple, l'Union européenne soutient que les expéditions canadiennes de bois risquent d'introduire en Europe le nématode du pin, et de nuire à la santé des forêts européennes. Ces allégations menacent le commerce de nos produits sur ce marché. Les pays utilisent l'accord phytosanitaire conclu en vertu de l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce (GATT), sous l'égide de l'Organisation mondiale du commerce (OMC), pour résoudre les différends au sujet des migrations de ravageurs forestiers par le truchement des produits en bois.

Avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments, le Service canadien des forêts participe à la détection, à l'identification et à l'évaluation d'autres ravageurs forestiers exotiques connus et potentiels. Pour garantir l'efficacité de la réglementation et des stratégies de lutte contre les ravageurs, il est essentiel d'élaborer des méthodes de détection et des scénarios de gestion des risques qui nous permettent de constater si l'établissement de certaines espèces exotiques au pays est imminente (voir Harrison et Smith, 1997; Humble et Allen, 1997).

Santé des forêts et changements environnementaux planétaires

Qu'ils résultent de processus naturels ou de l'activité humaine, les changements environnementaux planétaires affectent l'environnement mondial directement et de façon cumulative. Les changements climatiques sont bien connus, mais il y a deux autres composantes dans ces changements environnementaux planétaires, et ces composantes sont interdépendantes. Il s'agit des changements atmosphériques et des modifications de la couverture terrestre. Seules des variations importantes survenant dans certaines variables clés permettraient de détecter ces changements, des variables comme les températures annuelles moyennes ou la répartition des éléments de la couverture terrestre et des types forestiers. Il ne faut pas



Insectes et maladies exotiques

étroitement liée aux questions internationales. Nos clients, ceux qui achètent les produits forestiers canadiens, exigent que nos pratiques d'aménagement soient durables, c'est-à-dire que les récoltes ne dépassent pas le taux de croissance annuelle, que les zones exploitées soient promptement régénérées et que la qualité et la biodiversité des sites soient conservées. L'obligation de maintenir les stocks de carbone, conformément au Protocole de Kyoto de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, est un autre exemple des liens qui unissent les questions internationales et régionales.

De plus, les aménageurs et autres intéressés, tels que l'industrie, les collectivités et le grand public, doivent savoir dans quel état se trouve leur forêt et dans quelle mesure elle est en train de changer, pour pouvoir établir les stratégies qui leur permettront de s'adapter aux changements ou, quand c'est indispensable, de les éviter.

La propagation, à l'échelle du monde, d'organismes vivants, donc à l'extérieur de leur aire de répartition naturelle, constitue une menace pour les espèces indigènes et empêche les produits forestiers canadiens d'avoir accès aux marchés. En effet, les insectes et autres organismes exotiques nuisibles nous arrivent souvent sans les prédateurs, maladies et autres facteurs naturels qui en

contrôlent les populations (voir Niemelä et Mattson, 1996; Dawson et collab., 1997; Allen et collab., 1998a, b; Haack et collab., 1997). Les ravageurs forestiers exotiques font l'objet d'ententes internationales, notamment la Convention internationale pour la protection des végétaux, conclue sous l'égide de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation nord-américaine pour la protection des plantes (ONAPP). En vertu de cette entente, les signataires conviennent, entre autres, de fournir :

- des rapports sur l'existence, l'incidence et la propagation des ravageurs exotiques qui revêtent une importance économique pour les végétaux et produits végétaux, et qui peuvent les menacer de dangers immédiats ou éventuels;
- de l'information sur les moyens qui ont fait leurs preuves dans la lutte contre les ravageurs.

L'ONAPP est le responsable reconnu des questions phytosanitaires en vertu de l'Accord de libre-échange

lience de l'écosystème. Cependant, il y a des limites aux stress et aux perturbations auxquels un écosystème peut s'adapter sans pour autant perdre ses conditions écologiques souhaitées.

L'étendue des changements (dus aux insectes, maladies, incendies, etc.) qu'on juge inacceptables et que l'on considère comme des pertes et des dommages dépend de la valeur qu'on perçoit dans les forêts, c'est-à-dire le bois, les habitats pour la faune, les parcs naturels ou les cours d'eau et leur bassin versant. Les forêts en santé sur le plan de l'habitat faunique peuvent être mauvaises en termes de croissance des arbres.

Pourquoi a-t-on besoin d'information sur la santé des forêts?

Le Service canadien des forêts s'occupe de santé des forêts en diffusant des rapports de recherche et de synthèse. Sa clientèle est large : organismes forestiers provinciaux et territoriaux, aménagistes privés, autres ministères et organismes fédéraux, organisations forestières autochtones, agences non gouvernementales et tout particulier intéressé. Il leur fournit :

- des compilations et synthèses de l'information sur l'état des forêts, et des rapports établis d'après les critères et indicateurs nationaux et internationaux de l'aménagement durable des forêts;
- des connaissances nouvelles sur les causes sous-jacentes des changements qui surviennent dans la santé des forêts;
- des évaluations de l'impact socio-économique d'une modification de la santé des forêts;
- des prévisions sur la tendance des changements planétaires, sur leurs conséquences éventuelles pour la santé des forêts, et la résultante sur le plan socio-économique en général;
- une base écologique sur laquelle fonder les stratégies de gestion et les pratiques forestières adaptées visant la promotion de la santé des forêts.

Il demeure important de connaître l'état des insectes, des maladies et des incendies au sein des forêts, et l'effet de ces perturbations sur l'offre de bois au pays. De plus, en plus, il faut de l'information pour appuyer la participation du Canada aux accords internationaux, ainsi que pour surveiller et évaluer les questions commerciales liées aux ravageurs. La santé des forêts sur le plan intérieur est

la variabilité naturelle de la structure, de la composition et de l'aménagement paysager des forêts canadiennes. L'influence anthropique comprend entre autres l'introduction d'insectes, de maladies et d'autres organismes étrangers; l'occupation des terres et les changements en découlant dans la couverture terrestre; les incendies accidentels et délibérés; les polluants atmosphériques, dont les dépôts acides; les changements dans l'ozone troposphérique et le rayonnement UVB; le dioxyde de carbone et les autres gaz à effet de serre liés aux changements climatiques.

On est souvent incapable de départager, parmi les changements qui se produisent dans l'état des forêts, ce qui est dû aux processus naturels de ce qui est attribuable à l'être humain. Certaines pratiques sylvicoles peuvent entraîner une modification de la composition des espèces et des classes d'âge, laissant les peuplements résiduels plus vulnérables aux insectes et aux maladies. Par exemple, l'exploitation des peuplements d'épinette blanche et de sapin baumier favorise la création et la perpétuation de forêts de sapin qui sont plus vulnérables aux infestations de la tordeuse des bourgeons de l'épinette que les forêts d'origine. En supprimant les incendies dans les peuplements de pin tordu latifolié, on a accru leur inflammabilité et leur propension aux infestations par le dendroctone du pin ponderosa. Mais, il est difficile d'attribuer l'augmentation récente des feux de forêt au temps plus sec et à l'augmentation des orages, ou encore aux pratiques passées de suppression des incendies. Les changements de fréquence et de gravité des conditions météorologiques extrêmes peuvent résulter, en partie, des changements environnementaux planétaires.

Les changements dans l'état des forêts peuvent avoir des effets négatifs, voire bénéfiques, sur la productivité et la résilience des écosystèmes, mais peuvent également nuire aux collectivités qui dépendent des forêts ou réduire l'attrait touristique de ces dernières. Les effets de certaines catastrophes peuvent être essentiellement permanents si l'écosystème s'en trouve réduit, par exemple, à la roche nue. Il nous faut comprendre les processus écosystémiques sous-jacents des peuplements de types et d'âges différents ainsi que leur contribution à la rési-

Généralement, une forêt en santé est une forêt où sont maintenus la biodiversité, la résilience, les habitats, l'aspect esthétique, et la durabilité des ressources.

La Santé des forêts au Canada (SCF, 1998)

Introduction

Depuis longtemps, on associe la santé des forêts à leur protection contre les insectes et les maladies ainsi qu'à la récupération des peuplements endommagés ou infestés. La protection des forêts, quant à elle, consiste surtout à empêcher les pertes au niveau des récoltes, à dresser les inventaires forestiers, à s'occuper des produits et services pour lesquels on apprécie la forêt. La protection des forêts, les relevés des insectes et des maladies des arbres ainsi que le reboisement ont jeté les bases de ce qui constitue maintenant le Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada. Mais depuis la fondation du SCF, il y a 100 ans, la notion de santé des forêts s'est largement étendue, tant dans sa portée que dans son application.

Ce document est le premier d'une série de documents contextuels destinés à renseigner le public sur les orientations actuelles et futures du programme scientifique du Service canadien

des forêts. On y définit la « santé des forêts » et on y précise pourquoi le

SCF, de concert avec ses nombreux partenaires, aborde la question de la santé des forêts en réalisant des

activités de recherche, de surveillance et d'évaluation par l'entremise de ses réseaux de sciences et

de technologie.

Qu'est-ce que la santé des forêts?

Ce qu'on entend par santé des forêts dépend de l'aspect de la ressource qui nous intéresse : bois, aspect hydrographique, puits de carbone, loisirs, esthétique, habitat faunique ou renouvellement spirituel¹. Mais la santé des forêts concerne autant les usagers actifs que passifs de la ressource. Pour le bien de l'environnement, pour la prospérité et la création d'emplois au pays, il est essentiel que les forêts demeurent en santé.

Les écosystèmes forestiers sont en santé quand leurs processus écologiques sous-jacents fonctionnent dans les limites naturelles de leur variabilité et leur permettent de demeurer dynamiques et de résister aux perturbations, quelle qu'en soit l'échelle temporelle ou spatiale (voir Kimmins, 1997; AFMSC, 1997; Lackey, 1998). La variabilité naturelle s'entend de la composition, de la structure,



des procédés et des tendances des écosystèmes pour une période et un endroit donné. Les écosystèmes sont dégradés quand on prévoit qu'à la suite des perturbations l'en-semble de leurs composantes ne retrouveront jamais leur productivité ni leur résilience d'autrefois. Une telle détérioration peut se produire quand une forêt est soumise à des perturbations majeures : inondations, sécheresses, dépôts acides, rejets toxiques ou incendies majeurs.

Par le passé, assurer la santé des forêts consistait surtout à empêcher le bois sur pied de se détériorer ou de brûler avant qu'on puisse le récolter. Il fallait donc se pré-occuper d'abord des forêts incapables de fournir les res-sources et les services voulus en termes de qualité et de quantité. Ainsi, la santé des forêts était davantage mesurée en termes de dommages au bois et de diminution de la croissance des arbres qu'en fonction des facteurs qui con-tribuent à la détérioration des forêts et qui caractérisent un écosystème en santé. Il est plus facile d'éva-luer la santé des arbres individuellement que celle des écosystèmes en entier. La présence d'arbres morts ou mourants n'indique pas nécessairement que l'écosystème est malade.

Aujourd'hui, toutefois, décideurs et aménagistes ne doivent pas se borner à discuter de la notion de « santé des forêts ». Ils doivent faire en sorte que les forêts canadiennes continuent à fournir des approvision-nements de bois compétitifs, tout en respectant une multitude de valeurs envi-ronnementales, sociales et culturelles. Ils doi-vent en outre collaborer avec le public et les collectivités dans la planification de l'aménagement des forêts, parfois même dans les détails de l'exploitation. Dans leurs efforts pour réaliser l'aménagement durable des forêts, ils doi-vent tenir compte des aspects suivants de la santé des fo-rêts : les symptômes de dépérissement; les déterminants écologiques de l'état des forêts; les conséquences socio-économiques et autres d'une détérioration de la santé des forêts et ce qui peut être fait pour empêcher ou atténuer cet impact.

Bien avant l'arrivée des Européens, les vastes forêts canadiennes évoluaient en fonction de phénomènes récur-rents et parfois intenses qui leur étaient toutefo-irs inhé-rents, notamment les incendies, le vent, le verglas, les inondations, la sécheresse, les insectes, la maladie et les changements climatiques. L'activité humaine a modifié

Photos :

Pages 1, 3, 5 et de la couverture : Vieille forêt, Victoria (C.-B.) (détail);
gracieuseté de Eric Allen, Centre de foresterie du Pacifique, Victoria (C.-B.).

Page 7 : Longicorne étroit (*Anoplophora glabripennis*); gracieuseté de John
Yanyshyn, Visions West Photography, Victoria (C.-B.).

Page 8 : Tempête de verglas, Parc de la Gatineau (Québec), janvier 1998;
gracieuseté de Ken Farr, Ottawa.



Introduction	5
Qu'est-ce que la santé des forêts?	5
Pourquoi a-t-on besoin d'information sur la santé des forêts?	6
Insectes et maladies exotiques	7
Santé des forêts et changements environnementaux planétaires	7
<i>Changements de la couverture terrestre</i>	8
<i>Changements atmosphériques</i>	8
<i>Changements climatiques</i>	8
Diversité biologique	9
Critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts	9
Gestion adaptative des forêts	9
Nouveaux enjeux en matière de santé des forêts	9
Notes	10
Bibliographie	10
Noms scientifiques des organismes mentionnés dans le texte	11



© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 1999

N° de catalogue Fo42-286/1999
ISBN 0-662-64030-6

Exemplaires de cette publication disponibles gratuitement auprès de :

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Tél. : (613) 947-7341

Copies ou microfiches de cette publication en vente chez :

Micromedia Ltée

240, rue Catherine, pièce 305

Ottawa (Ontario) K2P 2G8

Tél. : (613) 237-4250

1-800-567-1914

Production : Catherine Carmody

Révision : Denis Rochon

Conception et mise en page : Danielle Monette, Sandra Bernier

Traduction : Bureau de la traduction, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada

Données de catalogage avant publication (Canada)

Service canadien des forêts. Direction des sciences

La santé des forêts : contexte du Programme scientifique

du Service canadien des forêts

(Document contextuel du programme scientifique)

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Titre de la p. de t. addit.: Forest health.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-64030-6

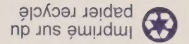
N° de cat. Fo42-286/1999

1. Forêts — Santé — Politique gouvernementale — Canada.
2. Foresterie durable — Politique gouvernementale — Canada.
3. Forêts — Gestion — Politique gouvernementale — Canada.
- I. Titre.

SB764.C3C32 1999

634.9'0971

C99-980045-0F



IMPRIMÉ AU CANADA



Imprimé sur du papier
alcalin permanent

La santé des forêts

*Contexte du Programme scientifique
du Service canadien des forêts*



Document contextuel du Programme scientifique

Publié par

Direction des sciences

Service canadien des forêts

Ressources naturelles Canada

Ottawa, 1999



La santé des forêts

*Contexte du Programme scientifique
du Service canadien des forêts*

